

Metodologia para o Cultivo Hidropônico de Plantas para Pesquisa Científica

Karine Dias Batista¹

Simone Teixeira Moura de Aquino²

Reila Ferreira dos Santos³

Cássia Ângela Pedrozo⁴

Introdução

A hidroponia é uma técnica que se caracteriza pelo cultivo protegido sem solo, onde o fornecimento de nutrientes para as plantas ocorre através de solução nutritiva (solução de água com sais minerais de composição química preestabelecida) (Hebbar et al., 2004). Mundialmente adotada, a técnica pode ser empregada para verificar o vigor das plantas, caracterizar sintomas de deficiência ou toxidez de elementos químicos e estudar o metabolismo de espécies vegetais.

Dentre os tipos de hidroponia mais utilizados, destacam-se: hidroponia de aeração estática, técnica de fluxo laminar de nutrientes e cultivo hidropônico com substrato (Bezerra Neto; Barreto, 2012). O sistema de cultivo hidropônico pode ser ainda diferenciado quanto à sustentação da planta (meio líquido ou substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulante ou não circulante) e ao fornecimento da solução (forma contínua ou descontínua) (Baron, 2019).

A técnica de hidroponia também pode ser classificada dependendo da finalidade a que se

destina (cultivo comercial ou pesquisa). Quando para fins de pesquisa, a hidroponia é classificada como hidroponia científica, sendo de grande relevância para estudos de nutrição mineral de plantas. Para que a técnica funcione como ferramenta científica, é necessário rigor em alguns critérios: uso de reagentes químicos PA (para análise), uso de água destilada ou deionizada, controle de ajustes de pH e de condutividade elétrica, trocas periódicas das soluções nutritivas (Bezerra Neto; Barreto, 2012) e ausência de incidência direta de luz nas soluções nutritivas.

Ressalta-se que no sistema hidropônico sem substrato, a solução nutritiva deve estar sempre aerada, artificialmente, para garantir a oxigenação das raízes. Esse procedimento exige que o sistema receba constantemente energia elétrica para a garantia do funcionamento intermitente do sistema de aeração (Martinez; Clemente, 2011). Para contornar essa limitação, pode-se usar meio sólido, como areia ou vermiculita, para o cultivo. Nesse caso, a planta crescerá no substrato que será irrigado com a solução nutritiva, não necessitando, portanto, do sistema para aerar a solução nutritiva.

¹ Engenheira Agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

² Bióloga, Mestranda em Agroecologia - Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR.

³ Bióloga, Mestranda em Agroecologia - Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR.

⁴ Engenheira Agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

O cultivo hidropônico para fins científicos tem sido realizado para diversas espécies vegetais, incluindo espécies florestais, como *Acacia mangium*, *Mimosa artemisiana* e *Enterolobium contortisiliquum* (Presotto et al., 2018) e *Schizolobium amazonicum* Herb (Vieira et al., 2017).

Uma das técnicas utilizadas para estudos de nutrição mineral de plantas é a do elemento faltante ou omissão de nutrientes (Vieira et al., 2008; Chen et al., 2009; Alvarenga et al., 2015), que consiste no cultivo de plantas com solução nutritiva omitindo-se cada nutriente separadamente, em sistema hidropônico. Entretanto, detalhes da metodologia para montagem e condução de experimentos voltados a esse fim nem sempre são relatados na literatura. Portanto, o objetivo deste trabalho foi detalhar todas as etapas de preparo do método de cultivo hidropônico, bem como, o cultivo em si, em areia, de uma espécie florestal nativa do estado de Roraima, para estudos científicos na área de nutrição vegetal, utilizando a técnica da omissão de nutrientes.

Material e Métodos

A espécie florestal nativa do estado de Roraima, cedro-doce (*Pochota fendleri* (Seem) Alverson & Duarte), foi utilizada no trabalho por ser de grande importância para a indústria moveleira local (Arco-Verde; Moreira, 2002).

Utilizou-se o sistema hidropônico fechado, com o reaproveitamento da solução nutritiva após cada irrigação. Optou-se pelo cultivo em substrato, pois dessa forma não haveria a necessidade da instalação de um sistema de aeração contínuo para as raízes. Portanto, foi utilizada areia lavada como substrato inerte, a fim de não interferir no fornecimento dos nutrientes para as plantas via solução nutritiva.

A seguir, serão detalhadas as etapas para o cultivo hidropônico de cedro-doce para fins de pesquisa científica.

Lavagem da areia

Inicialmente, a areia foi lavada várias vezes com água corrente até que a água de lavagem ficasse transparente. A areia foi, então, imersa em solução de HCl 10% por 10 minutos, sendo, em seguida, enxaguada com água corrente abundantemente. Procedeu-se ao enxágue com água deionizada, por quatro vezes ou até que o pH da areia atingisse valor aproximado de 5,5. Para isso, com o auxílio de pH metro, mediu-se o pH da água sobre a areia decantada. Caso o pH apresentasse valor abaixo de 5,5, a areia era novamente enxaguada com água

de torneira e, em seguida, com água deionizada. Após a lavagem, a areia foi colocada em bandejas de plástico, as quais foram acondicionadas em casa de vegetação para secagem. Toda a areia seca foi armazenada em baldes de plástico de 60 L, tampados, até a montagem do experimento.

Preparo dos vasos de cultivo

Para o preparo dos vasos, foram necessários os seguintes materiais: vaso preto de polipropileno de 3,5 litros, tesoura, faca com ponta, Sombrite® 50%, cola quente, cola epóxi, papel alumínio e etiqueta de papel para identificação dos tratamentos (Figura 1).



Figura 1. Material utilizado na preparação dos vasos para o cultivo das plantas em areia com solução nutritiva. (A) Vaso de polipropileno; (B) tesoura; (C) faca; (D) tela Sombrite® 50%; (E) bastão e pistola de cola quente; (F) cola epóxi. Foto: Simone Teixeira Moura de Aquino

Por meio de testes preliminares, foi verificado que 5 furos de 1 cm de diâmetro no fundo do vaso (sendo um na região central do vaso) são suficientes para a obtenção de boa drenagem da solução nutritiva, suficiente para evitar o excesso de água dentro do vaso. No caso, o vaso utilizado possuía, inicialmente, 8 furos no fundo, sem nenhum furo central. Foi necessário, portanto, tampar 4 furos e fazer um novo furo na região central de cada vaso, conforme explicado abaixo:

- 1) Com o auxílio de uma faca, fazer um furo na porção central do fundo do vaso, caso não tenha (Figura 2A).
- 2) Preparar a cola epóxi seguindo as instruções do fabricante (Figura 2B);
- 3) Com o auxílio de tesoura, recortar o Sombrite® 50%, em forma de círculos com aproximadamente 27mm de diâmetro para serem colocados nos 5 furos por onde a solução nutritiva será drenada (Figura 2C). A tela evitará que a areia contida nos vasos seja perdida durante as irrigações;



Figura 2. Preparo dos materiais utilizados para confeccionar os vasos onde serão cultivadas as plantas: realização do furo central no vaso (A), preparo da cola epóxi (B), círculos feitos de Sombrite® 50%, tendo uma moeda de 1 real como referência de tamanho (C).

Foto: Reila Ferreira dos Santos

4) Usar a cola epóxi tanto para fixar o Sombrite® nos 5 orifícios quanto para tampar os furos excedentes (Figura 3A - E).

5) Quando a cola epóxi estiver pronta para o uso, fechar internamente (Figura 3 A) e externamente (Figura 3 B) 4 furos, alternando entre um furo e outro.

6) Com o auxílio de cola quente, fixar o Sombrite® nos 5 orifícios do lado externo do vaso, por onde a solução nutritiva será drenada (Figura 3 C).

7) A fim de reforçar a fixação do Sombrite® no vaso, colocar cola epóxi em três pontos ao redor de cada círculo de tela (Figura 3 D, E). Esperar a cola epóxi secar de acordo com o tempo indicado na embalagem do produto.

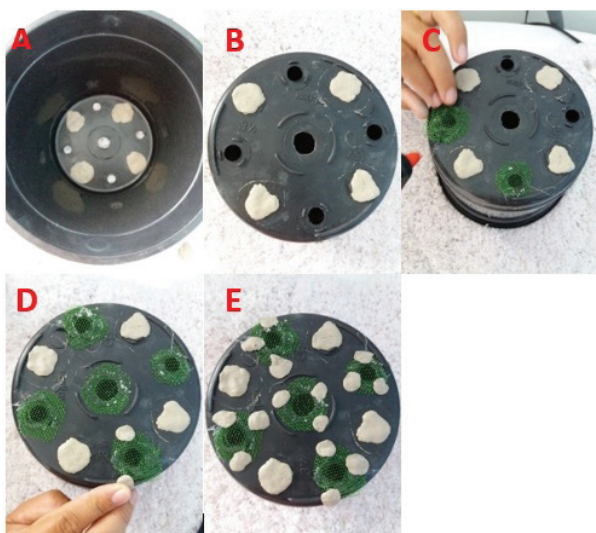


Figura 3. Preparo dos vasos antes do preenchimento com areia: furos tampados por dentro (A) e por fora (B) com cola epóxi; colagem, com cola quente, da tela nos orifícios por onde a solução será drenada (C), reforço da fixação da tela com a cola epóxi (D) e vaso pronto (E).

Foto: Reila Ferreira dos Santos

Preparo dos potes coletores da solução nutritiva

Para o preparo dos potes coletores da solução nutritiva drenada, serão necessários os materiais ilustrados na Figura 4.



Figura 4. Materiais utilizados para preparar os potes coletores: (A) papel alumínio; (B) marcador de texto; (C) fita adesiva; (D) régua; (E) etiqueta com a identificação do pote; (F) vaso transparente de 2,5 L com tampa.

Foto: Simone Teixeira Moura de Aquino

1) No vaso, fazer a marcação correspondente a cada 0,5 L (Figura 5A). Isso se faz necessário para verificar, antes de cada irrigação, quanto de solução foi reduzido e completar o volume com água deionizada, quando observado que o volume da solução está menor que o volume inicial. Com o auxílio de um becker, medir a quantidade de líquido a cada 0,5 L e marcar externamente no vaso.



Figura 5. Preparo dos vasos coletores das soluções nutritivas: marcação do volume a cada 0,5 L (A) e vaso encapado com papel alumínio (B).

Foto: Reila Ferreira dos Santos

2) Utilizar a régua para medir a distância entre um volume e outro para marcar os demais vasos e não precisar preencher todos com água para efetuar as marcações.

3) Após a marcação, encapar cada vaso e tampar com papel alumínio para evitar a incidência direta de luz na solução nutritiva, prevenindo, assim, a

proliferação de algas. Por cima do papel alumínio, colar a etiqueta com a identificação do vaso (ou tratamento) (Figura 5B). Ressalta-se que o vaso que contém a planta e o vaso coletor devem ter a mesma identificação.

Organização dos Vasos nas Bancadas da Casa de vegetação

Utilizou-se bancada construída com tela metálica (Figura 6 A - C) para permitir a passagem da solução drenada do vaso com a planta para o vaso coletor. É importante que ao serem colocados os vasos sobre as bancadas, estes sejam acomodados de forma que a solução seja drenada através dos 5 orifícios de cada vaso sem encostar na tela para evitar qualquer contaminação da solução (Figura 6 A e B). Diariamente, após a irrigação dos vasos e após cessar a drenagem da solução, o vaso coletor deve ser tampado para evitar a entrada de luz e eventual proliferação de algas.



Figura 6. Disposição dos vasos nas bancadas da casa de vegetação: furos do vaso centralizados na tela da bancada (A), solução sendo drenada sem encostar na bancada (B) e sendo coletada dentro do pote (C).

Foto: Simone Teixeira Moura de Aquino

Solução nutritiva e cultivo das plantas

A semeadura, o transplântio das mudas para os vasos, a composição inicial das soluções nutritivas, o incremento gradativo da força iônica e o controle de pH das soluções foram realizados de acordo com Aquino et al. (2019).

Utilizou-se a solução nutritiva de Hoagland modificada, conforme Tabela 1. É importante o uso de reagentes com alto teor de pureza (reagentes P.A.) para evitar possíveis contaminações com outros elementos indesejáveis. Deve-se utilizar água destilada ou deionizada. A solução nutritiva é considerada um dos componentes mais importantes do sistema hidropônico e, por isso, requer atenção no seu preparo e uso (Martinez; Silva Filho, 2006).

É importante ressaltar relevante detalhe: entre o transplântio e o 49º dia após o transplântio, todas as plantas foram cultivadas nos vasos, contendo

areia e solução nutritiva com 10% da concentração do elemento que seria omitido, de acordo com cada tratamento. Optou-se por fornecer, inicialmente, 10% do nutriente faltante uma vez que no momento do transplântio as plantas eram muito pequenas (cerca de 10 cm de altura) e poderiam não se desenvolver o suficiente para apresentar os sintomas característicos de deficiência correspondente a cada elemento. Do 49º dia após o transplântio em diante, foram omitidos os 10% do elemento faltante correspondente.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas (100% da força iônica) completa (C) e com 10% da concentração dos elementos faltantes: nitrogênio (-N), fósforo (-P), potássio (-K), cálcio (-Ca), magnésio (-Mg) ou enxofre (-S), nas respectivas soluções.

Soluções estoque	Volume da solução estoque para 1 L de solução nutritiva (mL)							
Reagentes	(mol L ⁻¹)	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KNO ₃	1	4,80		4,80		4,80	4,80	4,80
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	1	3,20	<u>0,60</u>	3,20	3,20	<u>0,32</u>	3,20	3,20
NH ₄ H ₂ PO ₄	1	0,80			0,80	0,80	0,80	0,80
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	<u>0,16</u>	<u>0,16</u>
NH ₄ NO ₃	1				0,80	0,80		
NaNO ₃	1				3,20	4,80		
KH ₂ PO ₄	1		0,80	<u>0,08</u>				
K ₂ SO ₄	0,5		4,00					
(NH ₄) ₂ SO ₄				0,40				
MgCl ₂ ·6H ₂ O	1							1,60
Na ₂ SO ₄	1						1,60	
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1		2,00					
KCl	1				<u>0,48</u>			
Fe-EDTA*		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Micronutrientes**		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

*FeCl₃ 6H₂O, 40 mM; Na₂ EDTA, 40 mM;

**H₃BO₃, 25 mM; MnCl₂·4H₂O, 2 mM; ZnCl₂, 2 mM, NaCl, 50 mM; CuCl₂·2H₂O, 0,5 mM; H₂MoO₄, 0,5 mM;

Valores sublinhados indicam os volumes das soluções estoque que forneceram 10% de cada macronutriente na respectiva solução onde o elemento foi totalmente omitido no 49º dia após o transplântio.

Fonte: Aquino et al. (2019).

O experimento, conduzido da forma como foi descrito neste Comunicado Técnico, permitiu bom crescimento e desenvolvimento das plantas de cedro-doce. Os sintomas de deficiência nutricional dos macronutrientes ficaram evidentes, conforme descrito em Aquino et al. (2019) e mostrado na Figura 7.

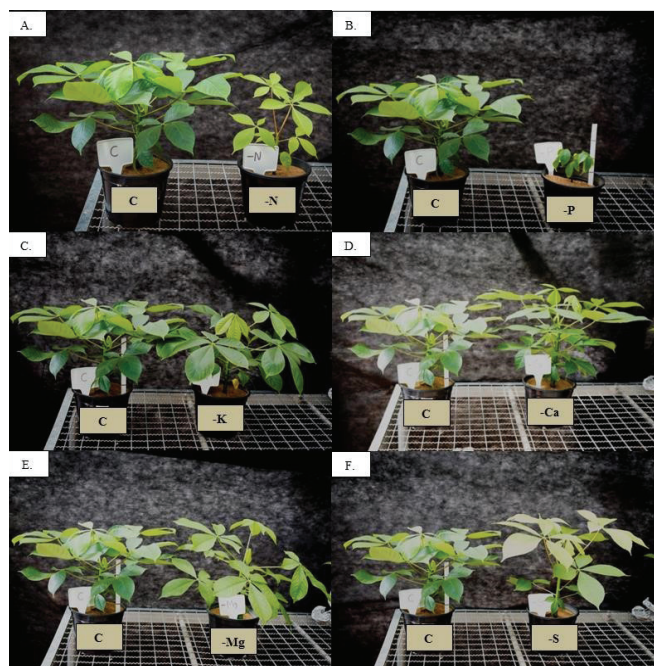


Figura 7. Plantas de cedro-doce cultivadas em solução nutritiva completa, C, com omissão de nitrogênio, -N (A); fósforo, -P (B); potássio, -K (C); cálcio, -Ca (D); magnésio, -Mg (E) e enxofre, -S (F).

Foto: George Correa Amaro

Referências

ALVARENGA, I. C. A.; BOLDRIN, P. F.; PACHECO, F. V.; SILVA, S. T.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P. Effects on growth, essential oil content and composition of the volatile fraction of *Achillea millefolium* L. cultivated in hydroponic systems deficient in macro and microelements. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 329-338, 2015.

ARCO-VERDE, M. F.; MOREIRA, M. A. B. **Potencialidades e usos do cedro-doce (*Bombacopsis quinata*) no estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 14 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 10).

AQUINO, S. T. M.; SANTOS, R. F.; BATISTA, K. D. Nutritional deficiency symptoms of young 'Cedro Doce' plants grown under macronutrient omission. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 4, p. 264-270, 2019.

BARON, L. C. **Avaliação da viabilidade técnica de dispositivos de baixo custo para automação de um sistema hidropônico NFT**. Cascavel, 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Técnicas de cultivo hidropônico. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 8, n. 9, p. 107-137, 2011/2012.

CHEN, L.; ZENG, J.; XU, D. P.; ZHAO, Z. G.; GUO, J. J. Macronutrient deficiency symptoms in *Betula alnoides* seedlings. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 22, p. 403-413, 2009.

HEBBAR, S. S.; RAMACHANDRAPPA, B. K.; NANJAPPA, H. V.; PRABHAKAR, M. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **European Journal of Agronomy**, v. 21, n. 1, p. 117-127, 2004.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3. ed. rev. Viçosa: UFV, 2006. 111 p.

MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2011. 76 p. Série Didática.

PRESOTTO, R. A.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E.; MATTIELO, E. M. influência do Al^{3+} em solução nutritiva no crescimento de três espécies florestais utilizadas na recuperação de áreas degradadas. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 384-392, 2018.

VIEIRA, C. R.; LEITE, F. A. P.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Comparative study of preparation of nutrient solutions methodologies in

the growth of parica seedlings. **Ambiência**, v. 13, p. 273-292, 2017.

VIEIRA, H.; CHAVES, L. H. G.; VIÉGAS, R. A.
Crescimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam) sob omissão de nutrientes. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 51-56, 2008.

Comunicado Técnico, 89

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Roraima
Rodovia BR174, Km 8 - Distrito Industrial
Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970
Boa Vista | RR
Fone/Fax: (95) 4009-7100
Fax: +55 (95) 4009-7102
www.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição
Embrapa Roraima

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comite de Publicações

Presidente: Aloisio Alcantara Vilarinho
Secretário-Executivo: Newton de Lucena Costa
Membros: Antônio Carlos Centeno Cordeiro,
Hyanameyka Evangelista Lima-Primo, Jane
Maria Franco Oliveira, Karine Dias Batista, Maria
Fernanda Berlingieri Durigan, Patrícia Costa,
Roberto Dantas Medeiros

Expediente

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira
Revisão Gramatical: Luiz Edwilson Frazão
Editoração Eletrônica: Gabriela Beatriz de Lima